Untersuchungen

über

den galvanischen Schwindel.

Inaugural-Dissertation

vorgelegt

der medicinischen Facultät

der

Kaiser-Wilhelms-Universität Strassburg

zur

Erlangung der Doctorwürde

von

Eugen Kny,

2. Assistent an der Psychiatrischen Klinik.

Mit zwei Holzschnitten.

Berlin 1887.

Gedruckt bei L. Schumacher.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät der Universität Strassburg.

Referent: Prof. Dr. **Jolly.**

Die Erscheinungen, welche bei Galvanisation des Kopfes auftreten, sind zwar seit Anfang dieses Jahrhunderts vielfach untersucht und beschrieben worden, aber erst der eingehenden Bearbeitung dieses Gegenstandes durch Hitzig*) verdanken wir die Kenntniss aller der einzelnen Vorgänge, aus welchen sich der galvanische Schwindel zusammensetzt, und zugleich den Versuch, das Gesetzmässige in diesen Erscheinungen zu einer Theorie über ihr Zustandekommen und über ihre gegenseitigen Beziehungen zu verwerthen.

Viel neues Material vermochten auch die späteren Arbeiten auf diesem Gebiete nach Hitzig's erschöpfender Behandlung des Gegenstandes nicht zu Tage zu fördern. Schon die nächsten Autoren, die ihre Arbeiten noch während des Druckes der Hitzig'schen Abhandlung veröffentlichten**), stehen jedoch theils in wesentlichen Beobachtungen, theils in der Deutung der Erscheinungen im Widerspruch mit ihm.

---

*) Hitzig, Ueber die beim Galvanisiren des Kopfes auftretenden Störungen der Muskelinnervation etc. Reicherts und Dubois' Archiv 1871. Heft 5 und 6. Später abgedruckt in „Untersuchungen über das Gehirn". Berlin 1874.

**) Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie. Erste Hälfte. S. 207—221. — Mach, E., Physikalische Versuche über den Gleichgewichtssinn des Menschen. 1873. — Breuer, J., Ueber die Function der Bogengänge des Ohrlabyrinthes. Wiener medic. Jahrbücher. I. Heft. 1874.

Soll eine Deutung der diesbezüglichen Erscheinungen aber möglich sein, so muss vor Allem das Gesetzmässige dabei feststehen. Es erschien daher zweckmässig, den Gegenstand einer erneuten Bearbeitung zu unterziehen.

Ich beabsichtigte, in einer grösseren Reihe von Experimenten, an der Hand von Hitzig's Arbeit seine Beobachtungen und die seiner Gegner einer genauen Prüfung zu unterziehen, um Streitiges beizulegen, Uebereinstimmendes zu bekräftigen. Dass ich durch eigene Beobachtungen selbst dahin kommen würde, Neues zu leisten, lag zunächst nicht in meinem Plane, wenngleich mich eine neue und verbesserte Methode der Application der Elektroden von Anfang an auf genauere Resultate hoffen liess.

Experimenteller Theil.

Im Laufe von über sechs Monaten habe ich an 16 Personen — (von denen 7 an Epilepsie, 5 an anderen Krankheiten des Nervensystems litten, die übrigen 4 als gesund zu bezeichnen sind) — in 71 Sitzungen viel über tausend einzelne Reizungsversuche gemacht. Als Stromquelle diente eine grosse Siemens'sche Batterie. Die Stromstärke wurde mit Hülfe des Elementenzählers abgestuft, die Schliessungen und Oeffnungen im Stromwender vorgenommen.

Methode der Application.

Die Anwendung der von Hitzig angegebenen unpolarisirbaren Elektroden bedingt, wenn auch nicht in so hohem Grade wie die Anwendung gestielter Schwammelektroden, eine gewisse Unsicherheit in den Ergebnissen. Der Kopf wird dadurch in seiner freien Beweglichkeit nicht unbedeutend beeinträchtigt und demgemäss das gesetzmässige Eintreten der Erscheinungen modificirt und gestört.

Diesem Uebelstande begegnete ich auf folgende Weise:

1. statt der unpolarisirbaren Elektroden benützte ich zu meinen Versuchen flache Schwammelektroden von 2 Ctm. im Geviert (von ca. 4 Qu.-Ctm. Flächeninhalt), welche, in stark durchfeuchtetem Zustande auf die äussere Ohrmuschel fixirt, nur geringe Schmerzempfindung, selbst bei höheren Elementenzahlen hervorrufen. (Kleinere nierenförmige Elektroden, die ich zunächst auf den Proc. mastoid. applicirt hatte, waren als zu schmerzhaft wieder verworfen worden.)

2. Diese Elektroden wurden mittelst eines breiten Gummibandes, welches oben eine Schnalle, an den Seiten entsprechend den Ohren Löcher zum Durchstecken der Klemmen trug, fest auf den Ohren fixirt. Wurden nun die Drähte in den Klemmen befestigt, so blieb

dem Kopf die Möglichkeit, die excursivsten Bewegungen nach allen Richtungen hin zu machen.

Hatte ich nun beide Schwammelektroden in oben angeführter Weise auf den Ohren fixirt, so wurde der positive Strom mittelst Stromwenders bald vom rechten zum linken Ohre, bald in umgekehrter Richtung durch den Kopf geleitet, indem ich jedesmal nach der Oeffnung eine längere Zeit verstreichen liess.

In Bezug auf die mehr oder weniger grosse Leichtigkeit, mit welcher in den einzelnen Versuchen die Erscheinungen eintreten, ist noch Folgendes zu bemerken:

1. Wie schon Hitzig angegeben hat, ist nicht nur die Disposition zu Schwindel bei verschiedenen Individuen im Allgemeinen sehr verschieden, sondern es schwankt auch die Disposition ein und desselben Individuums an verschiedenen Tagen in weiten Grenzen. Eine besondere Disposition oder Indisposition bei gewissen Krankheiten, wie Hitzig sie bei Tabes bemerkt haben will, vermochte ich bei meinen Versuchspersonen nicht zu constatiren. Vielleicht waren Epileptiker, deren Zahl ja unter meinen Versuchspersonen überwiegt, kurze Zeit nach einem Anfall oder, wenn überhaupt vorher mehrere Anfälle notirt waren, empfindlicher gegen die Application. Ausserdem glaube ich auch beobachtet zu haben, dass galvanische Ströme durch den Kopf in der Zeit zwischen Frühstück und Mittag besser vertragen werden und nicht so leicht Uebelkeit und Erbrechen hervorrufen als nach einer grösseren Mahlzeit.

2. Disponiren gewisse Methoden mehr zu Schwindelerzeugung wie andere; am leichtesten wird der Schwindel hervorgebracht, wenn man die Elektroden in die Fossae mastoid. oder in deren nächste Umgebung (also entweder auf den Ohrmuscheln oder auf den Proc. mastoid.), applicirt. Weniger leisten die Ströme, die quer durch die Stirn oder den Hinterkopf gehen. Ströme, deren Richtungen mit der Sagittalebene des Kopfes einen kleineren oder gar keinen Winkel bilden, haben auch schwächere oder gar keine Wirkung.

3. Eine Gewöhnung vom Sensorium aus (bei Leuten, die öfter zu Versuchen benutzt wurden) erschwert oft die objective und subjective Beobachtung, indem z. B. das Schwindelgefühl während der Stromdauer rascher überwunden wird, oder es z. B. trotz Augenbewegungen oft zu gar keinen Scheinbewegungen der Objecte kommt.

Specieller Theil.

Im Allgemeinen ist der Grad des Schwindels der Dichtigkeitsschwankung des galvanischen Stromes direct proportional; Schliessung,

Oeffnung, plötzliche Zunahme oder Abnahme der Stromintensität, erzeugen sämmtlich Schwindel. Je nach der relativen Stärke, der angewendeten Ströme, je nach den positiven Dichtigkeitsschwankungen unterscheidet man verschiedene Grade von Schwindel, die sich durch bestimmte Erscheinungen kennzeichnen. Hitzig unterscheidet drei verschiedene Grade. Ich kann ihm aber in der Anordnung und Charakteristik nicht ganz folgen.

Der erste Grad des Schwindels, welcher sich nur durch ein dumpfes Gefühl im Kopfe — welches Hitzig mit „Benommenheit" bezeichnet — allgemeines Unbehagen, Sehen elektrischer Blitze und Metallgeschmack im Munde charakterisirt, tritt bei relativ schwachen Strömen (bis 10 Siemens) ein und führt uns keine objectiv wahrnehmbaren Erscheinungen vor. Hierin kann ich mich Hitzig völlig anschliessen.

Im zweiten Grade des Schwindels führt Hitzig die Augenbewegungen und die Scheinbewegungen der Objecte auf; das Schwanken des Körpers der Versuchsperson nach Anode bei Schliessung, nach Kathode bei Oeffnung rechnet er erst dem dritten und höchsten Grade des Schwindels zu. Ich kann mich dieser seiner Classification nicht anschliessen. Ich habe niemals bei meinen Versuchen Augenbewegungen und Scheinbewegungen der Objecte zu sehen vermocht, ehe nicht vorher ein mehr oder minder deutliches Schwanken des Körpers der Versuchsperson zu constatiren war; allerdings bestehen hier wieder grosse individuelle Verschiedenheiten (darüber weiter unten bei Betrachtung der Kopfbewegung), aber sicher glaube ich constatirt zu haben, dass die Kopfbewegung schon vorhanden, wenn die Augenbewegungen erst eintraten.

Vielleicht liegt der Grund, dass Hitzig die Kopfbewegung erst spät zu erzeugen vermochte, in der Anlegung seiner Elektroden, die hier gerade sicher zu einer Fehlerquelle werden muss. Ich möchte vorschlagen, dem zweiten Grade des Schwindels die Kopfschwankungen zuzutheilen. — Bei gewisser Stromintensität erhielt ich, wie oben gesagt, Kopfbewegungen ohne Augenbewegungen, bei etwas höheren Stromstärken kamen die Augenbewegungen hinzu, bei noch höheren schliesslich die Scheinbewegungen der Objecte. Augenbewegungen ohne Scheinbewegungen kamen öfters zur Beobachtung, niemals dagegen hatte ich Gelegenheit Scheinbewegungen ohne Augenbewegungen zu beobachten, wie es Hitzig gelungen ist.

Dass Augenbewegungen ohne Scheinbewegungen vorkommen können, erklärt Hitzig als Folge von Gewöhnung, die bei Leuten, welche öfter zu Versuchen gedient haben, eintrete, indem dieselben lernen,

geringere Verschiebungen ihrer Netzhäute zu überwinden. Für den umgekehrten Fall, der mir nicht vorgekommen ist, vermag er keine Deutung beizubringen. Bei Besprechung der Augenbewegungen werde ich hierauf näher eingehen.

Ich bin demgemäss einerseits aus oben angeführten Gründen, andererseits im Interesse der Uebersichtlichkeit geneigt, eine andere Gruppirung vorzunehmen, die mir auch als Leitfaden bei der Beschreibung der einzelnen Erscheinungen dienen soll. Ich nehme vier Grade des Schwindels an:

1. Grad Benommenheit,
2. Grad Kopfbewegung,
3. Grad Augenbewegungen,
4. Grad Scheinbewegungen der Objecte.

Dass zwischen diesen verschiedenen Abstufungen keine scharfe Grenze besteht, sondern zwischen allen je nach der Gunst der Bedingungen langsamere oder raschere Uebergänge vorkommen, braucht wohl nicht erst besonders hervorgehoben zu werden. — Mit Hülfe dieser Gruppirung betrachte ich zunächst die Erscheinungen der Reihe nach wie Hitzig, indem der Kopf der Versuchsperson völlig frei beweglich ist.

a) Kopfbewegung.

Nach einem ersten Stadium, bei Application schwacher Ströme, welches sich durch ein Gefühl von allgemeiner Unsicherheit, Unbehagen, eingenommenem Kopf, subjectiver Lichtempfindung, metallischem Geschmack charakterisirt, folgte zunächst als erste deutlich sichtbare Erscheinung die Kopfbewegung.

Bei Schliessung der Kette fällt die Versuchsperson constant auf die Seite der Anode; Personen in sitzender Stellung auf einem Sessel fallen viel weniger und neigen nur Kopf und Oberkörper etwas nach jener Seite, während Personen, die aufrecht auf den Füssen stehen, schon bei schwachen Strömen bedeutende Schwankungen des ganzen Körpers durchzumachen haben. Bei stärkeren Strömen bleibt Kopf und Körper in dieser seitlich geneigten Stellung, ja die Seitenbewegung nimmt während der Stromdauer sogar noch an Intensität zu; bei schwächeren Strömen und bei grosser Gewöhnung kehren sie ziemlich rasch in ihre ursprüngliche Stellung zurück. Oft beobachtet man auch ein unregelmässiges Pendeln des Kopfes, indem der Kopf zunächst nach der Anodenseite, dann wieder ruckend nach der Kathodenseite gezogen wird und so mehrmals hin und her. Das ganze Bild macht den Eindruck, als ob hier ein Kampf zwischen zwei

Kräften bestehe, von denen die eine bestrebt ist, den Kopf langsam nach der Anodenseite zu ziehen, während die andere Kraft ihn in seine ursprüngliche Lage zurückzubringen sucht. Das Bild erinnert sehr an die Augenbewegungen, wie wir unten sehen werden.

Bei Oeffnung des Stromes erfolgt, wenn die Kopfbewegung während der Dauer des Stromes aufgehört hatte, eine Bewegung in entgegengesetzter Richtung, also nach der Kathode hin; wenn der Kopf nach der Anode geneigt geblieben war, ist die Oeffnungsbewegung nach der Kathode noch stärker.

Ueberhaupt habe ich im Gegensatze zu Brenner*), der das Eintreten des Oeffnungsschwindels erst ganz leugnete, später theilweise zugiebt, sehr häufig beobachtet, dass gerade die Oeffnungsbewegung des Kopfes sehr deutlich war, viel stärker als die entsprechende bei Schliessung desselben Stromes. Die Personen klagen dann sehr häufig über grosses Schwindelgefühl und auch objectiv documentirt sich dies durch Verstärkung der Symptome.

In der weiteren Besprechung der Kopfbewegung sagt Hitzig wörtlich: „Die der Selbstbeobachtung Fähigen bezeichneten diese Bewegung mit Bestimmtheit als eine willkürliche, hervorgerufen durch die Empfindung, als wenn der Kopf oder der Körper nach der Kathodenseite geneigt würde, und durch das Bedürfniss, gegen diese Bewegung das Gleichgewicht aufrecht zu erhalten“ (S. 225). An einer anderen Stelle (S. 230) acceptirt er geradezu den Ausdruck Brenner's, der die Versuchspersonen sich deshalb auf die Seite der Anode werfen lässt, weil sie das Gefühl haben, als „sei die Schwere der einen Körperhälfte aufgehoben“, als hätten sie die Empfindung, dass sie auf dieser Seite zu leicht würden“. Ich muss in dieser Hinsicht Brenner völlig Recht geben, der dieser Behauptung die Berechtigung abspricht. Auch ich erhielt bei den zahlreichen Versuchen, die ich an intelligenten Personen vornahm, immer die Beschreibung der Empfindung „als fielen sie in einem plötzlichen Anfalle von Schwindel einfach nach der Seite der Anode oder würden passiv dahin gedreht. Es ist mir niemals gelungen, auch nur annähernd eine der von Hitzig vermutheten Empfindung ähnliche hervorzurufen. Stets hatten die Personen bei der beschriebenen Versuchsanordnung die Empfindung der realen Kopfbewegung. Selbst wenn ich die Augen, denen wir bei jeder Orientirung im Raume die grösste Bedeutung beilegen, schliessen liess, war es mir nicht möglich, das Gefühl einer

*) Brenner, R., Untersuchungen und Beobachtungen auf dem Gebiete der Elektrotherapie. I. 1. S. 75ff. Leipzig 1868. II. S. 30ff.

Scheinbewegung des Körpers nach der Kathode zu constatiren. Fast immer trat auch hier das Gefühl der realen Kopfbewegung in den Vordergrund, wenn es mir auch manchmal schien, als seien hier zwei entgegengesetzte Empfindungen des Fallens im Kampf mit einander vorhanden. Regelmässig überwiegt aber das Gefühl der Anodenbewegung, unterstützt von dem mehr oder minder deutlichen Gefühl der Verschiebung des Körpers gegen die Unterlage.

Bei dieser Gelegenheit mag es mir gestattet sein, auf eine Controverse zwischen Hitzig und Wundt über die primäre Kopfbewegung einzugehen, die ich in vorstehender Betrachtung als zu Hitzig's Gunsten entschieden angenommen habe. Wundt nämlich (S. 209 seiner Physiol. Psychol.) bemerkt, dass der Körper „häufig" zuerst nach der Seite der Kathode schwanke. Hitzig hat sich, als ihm dieser Einwand Wundt's bekannt wurde, einer verfeinerten Methode bedient, indem er einen am Kopfe der Versuchsperson befestigten Pinsel mit chinesischer Tusche auf ein Papier zeichnen liess und entdeckt, dass die Bewegungen complicirterer Natur waren als er selbst bisher angenommen hatte. „Die von dem Pinsel gemalte Curve deckte gleichzeitige, bald mehr, bald weniger starke Schwankungen nach beiden Dimensionen der Sagittalebene". Von einer primären Kopfbewegung nach der Kathode war aber auch in keinem einzigen seiner Fälle die Rede. Auch ich beobachtete in allen meinen Reizversuchen eine mehr oder minder stark ausgesprochene Ablenkung von der frontalen Bewegung des Körpers in sagittaler Richtung, so dass aus der einfachen Bewegung nach rechts und links, eine complicirtere nach rechts und vorn resp. hinten und nach links und vorn, resp. hinten resultirte.

Bei zweien meiner Versuchspersonen war die Körperbewegung nach vorn respective hinten besonders ausgesprochen. Der eine Fall betraf einen Arzt (Dr. Köppen). Derselbe fiel bei Schliessung des Stromes, wenn Anode rechts applicirt war, nach vornund rechts, bei Oeffnung nach links und hinten. Dabei war jedoch die Bewegung nach vorn resp. hinten schon bei schwächeren Strömen da, während die seitlichen Ablenkungen erst später deutlich wurden. Bei höheren Stromstärken (bis zu 15 Siemens) überwog die sagittale Bewegungsrichtung bedeutend die frontale. — Im zweiten Falle handelte es sich um eine seit fünf Jahren auf beiden Augen total erblindete Frau (Stauungspapille. Gehirntumor). Hier war aber die Ablenkung in sagittaler Richtung nicht nur bedeutend schwächer als die frontale, sondern sie ging auch constant nur nach hinten, niemals nach vorn. — Bei Wiederholung der Versuche zeigten beide Personen stets die nämlichen Erscheinungen.

Abgesehen von diesen merkwürdigen Abweichungen habe ich mich bei meinen zahlreichen Versuchen stets davon überzeugen können, dass Kopf und Körper bei Schliessung des Stromes zunächst nach der Seite der Anode fallen. Ich muss mich daher Hitzig in vollem Masse anschliessen und die primäre Kopfbewegung nach der Anode, wie oben bereits gethan, als das Gesetzmässige hinstellen.

b) Augenbewegungen.

Der dritte Grad des Schwindels charakterisirt sich durch das Hinzutreten gesetzmässiger Augenbewegungen zu den bisherigen Symptomen. — Hitzig, der allerdings fast ausschliesslich von horizontalen Augenbewegungen spricht, hat dieselben in so treffender Weise zu schildern gewusst, dass ich wohl am besten den betreffenden Passus seiner Abhandlung hier wörtlich citire. Er sagt (Seite 210): „Ihrem Charakter nach sind die so an Gesunden hervorgebrachten Bewegungen fast immer associirte und lassen sich am besten mit der Nystagmus genannten Affection vergleichen. Nur unterscheidet man hier immer deutlich, namentlich bei geringeren Stromintensitäten, eine schnelle ruckartig ausgeführte Bewegung nach der einen Seite und eine langsamere nach der anderen Seite. Bei manchen Individuen gleicht unter einer bestimmten Reizgrösse die Iris dem Schwimmer eines Angelfischers, der langsam auf einem Flusse dahin treibt, bis er plötzlich an der Leine in entgegengesetzter Richtung zurückgerissen wird. Bei zunehmender Stromintensität wird der Rhythmus schneller und schneller, bis endlich die Richtung der kurzen ruckenden Bewegung dominirt und der Bulbus bei sehr starken Strömen nur noch leise oscillirend im Augenwinkel festgehalten wird".

„Die Richtung der einzelnen Bewegungen — und dies ist einer der interessantesten Punkte der ganzen Frage — hängt derart von der Wahl der Einströmungsstellen ab, dass die schnelle ruckende Bewegung, die wir der Einfachheit wegen zunächst allein berücksichtigen werden, immer in der Richtung des positiven Stromes erfolgt, die langsamere in der entgegengesetzten Richtung. Wenn sich also die Anode in der rechten und die Kathode in der linken Fossa mastoidea befindet, so erfolgt der Ruck nach links, und bei starken Strömen werden beide Bulbi in den linken Winkeln festgehalten. Damit dieses Gesetz auf die überwiegend zahlreichen Fälle, in denen Raddrehungen eintreten, passe, ist es nöthig, sich den gebogenen Pfeil, durch den man sich den Vorgang der Raddrehungen veranschaulichen kann, gestreckt zu denken. Wie üblich ist hierbei das obere Ende des verticalen Meridians betrachtet".

Hitzig unterscheidet also nach dieser seiner Darstellung Augenbewegungen, welche in der Horizontalen und solche, welche als Rad-

drehungen vor sich gehen, wobei er die letzteren als die „überwiegend zahlreichen Fälle“ hinstellt, und zwar treten diese beiden Formen der Augenbewegungen bei derselben Anordnung ein, wenn nämlich die beiden Elektroden sich in den beiden Fossae mastoideae befinden.

Im Weiteren fand er bei einer bestimmten Anordnung, wenn er nämlich nur eine Elektrode in die Nähe des Kopfes brachte, noch eine dritte Form, bei welcher die Bewegungen der beiden Augen nicht associirt waren, sondern auf dem einen um die sagittale, auf dem anderen um die verticale Axe erfolgten.

Wie in allen meinen Versuchen, so ging ich bei dem Studium dieser interessanten Erscheinungen streng nach Hitzig's Vorbild.

Es fiel mir dabei zunächst auf, dass bei derselben Person, bei derselben Versuchsanordnung, bei derselben Stromstärke Augenbewegungen bald in horizontaler, bald in frontaler Ebene, bald auch Uebergangsformen zwischen beiden, durcheinander zur Beobachtung kamen.

Ich hatte zunächst die Versuchsperson in einer Entfernung von ca. 5 Meter vor einer weissen Tafel, auf die ein schwarzes Kreuz gemalt war, postirt, weil ich nach dem Vorgange von Hitzig zunächst nach dem Eintritt der Kopfbewegungen Scheinbewegungen der Objecte erwarten musste. Später, als sich mir die Augenbewegungen als leichter zu erzeugen darboten, liess ich im Interesse einer besseren Beobachtung derselben ein etwas näher befindliches Fenster fixiren.

Ich hatte schon längere Zeit Versuche mit einer ganzen Anzahl von Patienten der Abtheilung für Nervenkranke und Epileptiker unternommen, ohne über das oben angegebene Resultat, dass horizontaler, rotatorischer Nystagmus und Mischformen beider vorkamen, hinaus zu gelangen, als sich mir ein College in bereitwilligster Weise als Object zur Verfügung stellte. Schon nach zwei kurzen Sitzungen, in denen ich es mir hatte angelegen sein lassen, ihn an die Methode zu gewöhnen, fand ich das auffallende Resultat, dass die Augenbewegungen in ihrer Richtung ganz verschieden sind, je nachdem man

einen nahen Gegenstand fixiren oder die Augen in die Ferne blicken lässt. Forderte ich die Versuchsperson auf, in's Unendliche zu blicken, so kam stets rein rotatorischer Nystagmus zur Beobachtung. liess ich dagegen einen nahen in der Höhe der Augen liegenden Gegenstand fixiren, so trat regelmässig rein horizontaler Nystagmus zu Tage.

Ich prüfte dieses gewonnene Resultat später an den schon früher benutzten Versuchsobjecten und noch einer Anzahl neuer und fand meine Beobachtung vollauf bestätigt. Beim ruhig in die Ferne blickenden Auge geschieht die Drehung des Bulbus genau um eine horizontale Axe, ohne irgend welche seitliche Verschiebung und zwar genau in derselben Weise, wie ihn Hitzig schildert.

Bei dem hochgradigen, allgemeinen Unbehagen und der grossen Schmerzhaftigkeit, welche bei den zur deutlichen Erzeugung dieser Erscheinung nothwendigen hohen Stromstärken naturgemäss eintreten, bedarf es einer grossen Willensenergie seitens der Versuchspersonen, um das Auge lange in derselben Einstellung in's Unendliche oder doch in die weite Ferne zu halten. Leicht treten reflectorisch nicht nur Schlagen mit den Lidern, sondern auch willkürliche Innervation der Augenmuskeln ein, welche das Bild der reinen Raddrehung des Bulbus modificiren und trüben. Auf diese Weise entstehen alle möglichen Uebergangsformen vom rotatorischen bis zum horizontalen Nystagmus. Speciell beim Fallen des Kopfes und Körpers nach der Anodenseite machen die Augen in dem Bestreben den fixirten Punkt festzuhalten (oder ruhig vor sich hinzublicken) eine Bewegung nach der Kathode hin, die allein schon genügt, um das Eintreten des, wie ich behaupte, gesetzmässigen rotatorischen Nystagmus zu stören, ein Fehler, der sich, wie unten gezeigt werden soll, dadurch corrigiren lässt, dass man den Kopf am Fallen nach der Seite verhindert, indem man ihn in aufrechter Stellung fixirt.

Eine äusserst frappante und bedeutende Veränderung des rein rotatorischen Nystagmus habe ich oben bereits angedeutet. Die Augen der in die Ferne blickenden Versuchsperson zeigen bei Schliessung des Stromes zunächst einen streng rotatorischen Nystagmus, wobei das obere Ende des verticalen Meridians eine ruckende Bewegung in der Richtung nach der Kathode, eine gleichmässige in der Richtung nach der Anode hin ausführt. Fordert man nun die Versuchsperson plötzlich auf, stark zu convergiren und einen in der Höhe der Augen dicht vor das Gesicht gebrachten Gegenstand zu fixiren, so werden zunächst die Augenbewegungen schwächer, hören (bei schwächeren Strömen) auch wohl ganz auf und nehmen darauf einen horizontalen Charakter an, d. h. die ruckende Bewegung erfolgt jetzt genau in

horizontaler Richtung nach der Kathode, die gleichmässige nach der Anode. Dabei ist der Rhythmus der horizontalen Bewegung im Vergleich zu der rotatorischen entschieden ein langsamerer.

Noch ehe ich zu dem geschilderten Resulat gekommen war, hatte ich Experimente mit zwei Personen vorgenommen, an denen schon von Natur unwillkürliche nystagmusartige Bewegungen der Augen bestanden. Der eine Fall betraf die schon oben erwähnte, in Folge von Stauungspapille auf beiden Augen seit mehreren Jahren total erblindete Person. Ich finde in meinen Protokollen notirt, dass irgend welche gesetzmässige Augenbewegungen bei Application des galvanischen Stromes selbst bei hoher Elementenzahl niemals zu verzeichnen waren, vielmehr ist in meinen Aufzeichnungen immer die Unregelmässigkeit der Bewegungen, Undeutlichkeit einer bestimmten Bewegungsrichtung, besonders hervorgehoben. — Ebenso wenig war es mir möglich, bei dem zweiten Falle, einer jungen Frau, die seit Jahren an disseminirter Sklerose erkrankt, starken Nystagmus nach allen Richtungen zeigte, selbst mit starken Strömen eine Beeinflussung in horizontalem Sinne zu erzielen. Bei beiden Personen traten eben durch die schon von vornherein bestehenden unwillkürlichen Innervationen der Augenmuskeln alle möglichen Modificationen des für gesunde Augen gesetzmässigen rotatorischen Nystagmus auf.

Von dem Eintreten nicht streng associirter Augebewegungen, speciell von horizontalem Nystagmus auf dem einen, von frontalem auf dem anderen Auge, wie sie Hitzig durch Annäherung nur einer Elektrode an den Kopf erzielt haben will, konnte ich mich bei Anwendung dieser seiner Anordnung nie überzeugen. Dagegen muss ich in Uebereinstimmung mit Hitzig und im Gegensatz zu Wundt die Bewegung des Auges nach der Anode als die primäre hinstellen.

Im Augenblicke des Kettenschlusses erfolgt also nach meinen Beobachtungen auf beiden Augen, vorausgesetzt, sie blicken ohne jede willkürliche Innervation eines ihrer Muskeln ruhig in die Ferne, eine streng associirte Bewegung in der Art, dass das obere Ende des verticalen Meridianes zunächst eine gleichmässige Bewegung nach der Anode hin vollführt, welche durch eine kurze ruckende Bewegung nach der Kathodenseite hin abgelöst wird.

Durch willkürliche oder unwillkürliche Action irgend eines der den Bulbus bewegenden Muskeln wird der Charakter dieses galvanischen Nystagmus gestört und in entsprechender Weise modificirt. Bei sehr energischer Convergenz (Fixation eines dicht genäherten, in der Höhe der Augen

liegenden Objects). speciell entsteht ein rein horizontaler Nystagmus. bei welchem die gleichmässige Bewegung wiederum nach der Anode, die ruckende nach der Kathode hin erfolgt, allerdings jetzt mit langsamerem Rhythmus. Ja, bei schwächeren Strömen können die erst deutlichen Raddrehungen bei Convergenz ganz aufhören, bei stärkeren Strömen erfolgen dann sehr energische Bewegungen derselben Art in streng horizontalem Sinne. Eine wirkliche Einstellung der Augen nach der Kathode, wie Hitzig sie bei starken Strömen beobachtet hat, ist wohl auch auf Wirkung willkürlicher Muskelbewegungen nach der Kathode, die das Auge beim Fallen nach der Anode im Interesse des ungestörten Fixirens seines Objectes unternimmt, zu beziehen.

c) Scheinbewegungen der Objecte.

Augenbewegungen ohne Scheinbewegungen der Objecte kommen, wie oben schon erwähnt, nicht selten bei Personen vor, die schon öfter zu Versuchen verwendet worden sind, bei denen sich mit der Zeit eine Art Gewöhnung in der Weise ausgebildet hat, dass sie es gelernt haben, geringe Verschiebungen ihrer Netzhaut zu ignoriren. Bei starken Strömen, wenn erst deutliche excursive Augenbewegungen eingetreten sind, gelingt es auch dem Eingewöhntesten nicht, sich dieser Beobachtung zu verschliessen. Dem ruhig Dasitzenden, dessen Augen einen fernen Punkt fixiren, scheinen die ihn umgebenden Objecte nach Art eines aufrecht stehenden Rades zu rotiren, indem sie von der Anode aufsteigen und zur Kathode hin versinken.

Bei der Schmerzhaftigkeit, dem hochgradigen Schwindelgefühl, der starken seitlichen Kopfneigung, welche bei Anwendung der hohen, zur deutlichen Erzeugung der Scheinbewegungen nöthigen Stromstärken unvermeidlich sind, bedarf es einer grossen Willensstärke der Versuchsperson, um genaue Angaben über Art und Richtung der Scheinbewegungen zu erzielen. So ist es mir bei manchen sensiblen Personen nicht gelungen, zur Schilderung dieser rein subjectiven Erscheinungen zu gelangen.

Bei Blick in's Unendliche, bei rein rotatorischem Nystagmus, bewegt sich also die Umgebung im Sinne eines aufrecht kreisenden Rades, von der Seite der Anode auf-, zur Kathodenseite abwärts, während bei Fixation eines nahen Gegenstandes die Scheinbewegung entsprechend den Augenbewegungen in horizontaler Weise vor sich geht. Bei Oeffnung des Stromes ist die Scheinbewegung nach der entgegengesetzten Seite gerichtet.

Beim Studium der geschilderten Symptome des galvanischen Schwindels war mir schon bei meinen ersten diesbezüglichen Versuchen aufgefallen, dass die starke Neigung des Körpers und speciell des Kopfes nach Anode bei Kettenschluss öfter das gesetzmässige Eintreten der Erscheinungen störte.

Ich finde in dieser Beziehung schon bei der ersten Sitzung in meinen Protokollen Folgendes notirt:

„Eine gewisse Regelmässigkeit in der Richtung der Scheinbewegungen ist an den fixirten Objecten nicht deutlich". Bei der zweiten Sitzung mit derselben Versuchsperson finde ich die ausdrückliche Bemerkung: „dass bei derselben Versuchsanordnung, bei denselben Stromstärken in zwei nach einander folgenden Versuchen die Scheinbewegung ganz entgegengesetzt auftrat".

Im Protokoll der dritten Sitzung heisst es: „Bei 20 bis 30 Elementen sind die Angaben heut nicht constant, einmal stimmen sie mit dem Hitzig'schen Befunde überein, dann sind sie bei 2 bis 3 Versuchen wieder ganz conträr". Auch bei 30 bis 40 Elementen wieder Abweichungen von der Norm stets in dem Sinne, dass bei Anode rechts, wenn der Kopf stark nach rechts fällt, auch die Scheinbewegung der Objecte nach rechts geht, wenn auch in geringerem Masse wie sie bei Anode links normaler Weise einzutreten pflegt.

Die Versuchsperson, an welcher ich diese Abweichung beobachten konnte, zeigte noch die Eigenthümlichkeit, dass sie bei Kettenschluss und rechts gestellter Anode immer besonders stark nach rechts fiel. Ich hatte schon bei meinen früheren Versuchen vermuthet, dass die Ursache dieser Abweichung in der starken Kopfneigung nach rechts liegen müsse. Richtig fand ich meine Vermuthung bestätigt, indem jedesmal, wenn ich den Kopf am starken Nachrechtsfallen durch leichte Unterstützung mit der Hand hinderte, die Scheinbewegung ganz gesetzmässig nach links eintrat.

Ich liess mir, nachdem sich die Fixation mittelst der Hände als unzulänglich erwiesen hatte, ein Stativ construiren, welches mittelst zweier, in sagittaler und horizontaler Ebene beweglicher Arme den Kopf der Versuchsperson fassen sollte. Diese Arme waren durch Schrauben in jeder beliebigen Stellung zu fixiren, der ganze Apparat an der Lehne des Stuhles zu befestigen.

Ist der Kopf und damit auch der ganze Körper im Apparate fixirt, so fällt für die Versuchsperson, an deren Willensenergie ohnehin grosse Anforderungen gestellt werden, wenigstens die Unannehmlichkeit weg, in einer unbequemen Stellung des eigenen Körpers über subjective Empfindungen genaue Beobachtungen machen zu müssen.

Ich habe entschieden den Eindruck, dass nicht nur das subjective Schwindelgefühl bei fixirtem Kopfe leichter eintritt, sondern dass auch die objectiven Erscheinungen bei relativ geringeren Stromstärken zur Beobachtung kommen.

Allerdings muss ich von vornherein bekennen, dass die Fixation des Kopfes durch meinen Apparat nicht den erwünschten Grad von Vollkommenheit besitzt. Es kamen bei aller Vorsicht immer mehr oder minder bedeutende Verschiebungen im Apparat vor, diese wurden als reale Bewegungen empfunden und traten dem Eintritt von Scheinbewegungen des Körpers hindernd in den Weg. Ich habe oben bei Besprechung der Kopfbewegung schon hervorgehoben, dass es mir im Gegensatze zu Hitzig bei frei beweglichem Kopfe niemals gelungen ist, selbst an Personen mit geschlossenen Augen das Gefühl des nach der Kathode Fallens bei Schliessung der Kette zu erzeugen, sondern dass stets das Gefühl der realen Körperbewegung nach Anode überwog, hervorgerufen durch das Gefühl der Verschiebung auf der Unterlage. Auch hier bei fixirtem Kopfe genügten bei offenen Augen die geringfügigsten Bewegungen des Kopfes im Apparat, um das Gefühl der realen Kopfbewegung auszulösen.

Selbst bei geschlossenen Augen waren Scheinbewegungen des Körpers im Sinne Hitzig's nicht ganz constant; bei höheren Stromstärken jedoch, wenn deutliche Scheinbewegungen der Objecte vor den Augen der Versuchsperson schon eingetreten waren, trat regelmässig und deutlich bei geschlossenen Augen die Empfindung auf, als ob der — ja fest fixirte — Kopf und mit ihm der ganze Körper nach der Seite der Kathode gedreht werde, sich überschlage.

Die schon mehrfach erwähnte Blinde, bei der wir eine Neigung des Kopfes, von der frontalen Bewegungsrichtung nach hinten abzuweichen, und einen Mangel an Gesetzmässigkeit in den Augenbewegungen constatirt hatten, bot auch hier einen besonderen Befund. Bei nicht fixirtem Kopfe Gefühl der realen Körperbewegung nach rechts, resp. links und hinten, übereinstimmend mit meinen übrigen Resultaten; bei fest im Apparat fixirtem Kopfe hingegen hatte die Person die ausgesprochene Empfindung, als ob sie mit ihrem ganzen Körper in einem Caroussel bewegt würde, welches sich in der Richtung von der Anode nach der Kathode hin drehte.

Dabei ist in meinen Protokollen notirt, dass bei den betreffenden Versuchen eine Neigung zu Veränderung der sonst ganz unregelmässig eintretenden Augenbewegungen in horizontalem Sinne (wohl durch unwillkürliche Muskelinnervation) bestand.

Die Fixation des Kopfes, die sich für das Eintreten der Scheinbewegungen des Körpers bei Augenschluss nach dem Gesagten so

wesentlich zeigte, gewinnt bei den Augenbewegungen noch an Bedeutung. Man vermeidet eben durch die Fixation des Kopfes eine Fehlerquelle, die naturgemäss das Bild der Augen- und Scheinbewegung trüben muss. Das sind die mit seitlicher Abweichung des Kopfes verbundenen willkürlichen Augenmuskelinnervationen, welche im Interesse der fortdauernden Fixirung des gewählten Objectes geschehen müssen. Ist der Kopf der Versuchsperson fest im Apparat fixirt, blicken seine Augen ruhig in die Ferne, so treten constant und regelmässig reine Raddrehungen der Bulbi in oben geschilderter Weise auf.

Ich habe meine Resultate immer und immer wieder durch Versuche controlirt, nie ist es mir gelungen, unter denselben Bedingungen anderen als rein rotatorischen Nystagmus zu finden. Wenn Hitzig zu anderen Ergebnissen kommt, so liegt der Grund in der Unvollkommenheit seiner Methode.

Ich finde demnach mein schon mehrfach citirtes Ergebniss vollauf bestätigt, wonach der rein rotatorische Nystagmus für den galvanischen Schwindel das primäre und gesetzmässige darstellt, während alle übrigen Formen, die wohl gelegentlich beobachtet werden, als in Folge secundärer Innervationen der Augenmuskeln hervorgegangene Modificationen zu betrachten sind. Die typischste und reinste dieser Modificationen, die durch energische Convergenz erzeugte horizontale Form, fand sich bei fixirtem Kopfe in oben geschilderter Weise sehr deutlich, wie ich denn überhaupt den Eindruck gewonnen habe, als ob gerade die Augenbewegungen bei fixirtem Kopfe besonders leicht und deutlich zur Beobachtung kommen.

A priori ist zu erwarten, dass für die Scheinbewegungen der Objecte, in deren Interesse zunächst ja die Fixation des Kopfes eingeführt war, in dieser Methode ein grosser Vortheil liegen muss. Thatsächlich trat immer und constant bei allen meinen zahlreichen Controlversuchen eine Scheinbewegung der Objecte in der Weise ein, dass sie nach Art eines aufrecht rotirenden Rades von der Anode auf- und nach der Kathode absteigend bewegt schienen, aber immer erst dann, wenn vorher schon mehr oder minder deutliche Augenbewegungen (je nach der grösseren oder geringeren Gewöhnung der Versuchspersonen) eingetreten waren. Die horizontale Modification der Augenbewegung führte regelmässig auch zu einer Veränderung der Scheinbewegungen im horizontalen Sinne. Das fixirte Object scheint sich jetzt horizontal in der Richtung des positiven Stromes zu bewegen.

Auf weitgehende theoretische Betrachtungen mich einzulassen, ist nicht meine Absicht. Nur sei es mir gestattet, indem ich ein kurzes Resumé der gewonnenen Thatsachen gebe, einige kritische Bemerkungen daran zu knüpfen.

Im Allgemeinen muss ich constatiren, dass ich trotz mannigfacher Abweichungen in den Erscheinungen principiell in der Deutung derselben mit Hitzig übereinstimmen muss. Speciell beim Studium der Körperbewegungungen hat Hitzig von seinen Versuchspersonen stets die Angabe erhalten, als seien sie „in jedem Augenblicke nach der Kathode versunken". Mir ist es, trotzdem ich nach Angaben in dieser Beziehung eifrig forschte, nur unter ganz bestimmten Bedingungen gelungen, constant diese Empfindungen zu erzeugen. Ich hatte immer den Eindruck, als ob hier ein Kampf zwischen zwei Empfindungen bestehe, der des nach Kathode Versinkens und der realen Körperbewegung nach Anode. Erst bei Ausfall aller optischen Eindrücke, bei sorgsamer Vermeidung der geringsten Verschiebungen des Körpers auf seiner Unterlage, die ich durch möglichst genaue Fixation im Apparate erreichte, siegt in diesem Kampfe die Empfindung einer Scheinbewegung des Körpers nach der Kathode.

Jedenfalls habe ich dadurch keinen Grund gewonnen, die geistreiche Deutung Hitzig's abzuweisen; ich folge ihm daher und stelle die nach der Anode gerichtete Körperbewegung als unbewusst willkürliche hin, „nur ausgelöst" durch das Gefühl des Fallens nach Kathode.

Für die Augenbewegung habe ich den rotatorischen Nystagmus als die primäre Form gefunden; von dieser ausgehend kann man alle möglichen Modificationen durch Action irgend eines oder mehrerer Augenmuskeln erzeugen bis zu dem Extrem der rein horizontalen Form. Ist der Versuch so angeordnet, dass die positive Elektrode auf dem rechten, die negative auf dem linken Ohre befestigt ist, so macht also das obere Ende des verticalen Meridianes auf beiden Augen eine gleichmässige Bewegung nach Anode, eine ruckende nach Kathode. Davon entspricht die erstere einer combinirten Action des Obl. inf. und Rectus inf. auf dem rechten, des Obl. sup. und Rectus sup. auf dem linken Auge, während die ruckende Bewegung umgekehrt rechts vom Obl. sup. und Rectus sup. und links vom Obl. inf. und Rectus inf. besorgt wird.

Die Möglichkeit des Entstehens von reinen Raddrehungen der Augen durch Action von Augenmuskeln zugegeben, so waren über

das Vorkommen derselben innerhalb physiologischer Grenzen doch die Ansichten vielfach getheilt. John Hunter — 1786 — scheint zuerst Rollung des Auges um die Gesichtslinie erwähnt zu haben, Alex. Hueck*) sah dann regelmässig bei Neigung des Kopfes nach der Schulter eine Raddrehung der Bulbi nach der entgegengesetzten Richtung eintreten, eine Beobachtung, die von Ritterich, Ruete und Donders bestritten, von einer ganzen Reihe anderer Autoren (Tourtual, Burow, Valentin, Krause, Volkmann), darunter besonders von Nagel**) vertheidigt wurde.

Nach genaueren Untersuchungen von dem letzten Autor und dann noch von Skrebitzky***) aus demselben Jahre (1871) ist die Thatsache als richtig festgestellt, dass bei seitlicher Kopfneigung Raddrehungen der Bulbi in entgegengesetzter Richtung stattfinden, wenn auch nicht in so erheblichem Masse, wie Hueck meinte. Für uns verliert diese Thatsache dadurch sofort an Bedeutung, dass die bei Galvanisation eintretenden Augenbewegungen in gleicher Intensität bestehen bleiben, wenn man den Kopf durch Fixiren im Apparat an der seitlichen Neigung verhindert. Eine directe Abhängigkeit der Augenbewegungen von der Körperbewegung lässt sich demnach nicht annehmen.

Hitzig kommt zu dem Resultat, die gleichmässige Bewegung des Bulbus nach der Anode hin als vom Galvanismus abhängend, die ruckende nach der Kathode als „unbewusst willkürlich“ anzusehen.

Indem Purkinje†) den Augenschwindel beschreibt, sagt er wörtlich: „Der Augenschwindel ist nämlich zunächst bedingt durch einen Kampf bewusstloser unwillkürlicher Muskelactionen und willkürlicher bewusster, nach entgegengesetzter Richtung; erstere wird als bewusstlos auf die Gegenstände übertragen und es scheinen jene in Bewegung, indess nur der Augapfel sich bewegt“.

---

*) Alex. Hueck, Die Axendrehung des Auges. Dorpat 1838.

**) Nagel. A., Ueber das Vorkommen von wahren Rollungen des Auges um die Gesichtslinie. Erster Artikel. Archiv f. Ophthalmol. XIV. 2. S. 228. Zweiter Artikel. Archiv f. Ophthalmol. XVII. S. 237.

***) Skrebitzky, A., Ein Beitrag zur Lehre von den Augenbewegungen. Archiv f. Ophthalmol. XVII. S. 107.

†) Purkinje, J., Beiträge zur näheren Kenntniss des Schwindels aus heautognostischen Daten. Medicin. Jahrb. des k. k. österr. Staates. Wien 1820. — Purkinje, J., Ueber die physiologische Bedeutung des Schwindels und die Beziehung desselben zu den neuesten Versuchen über die Hirnfunctionen. Rust's Magazin der gesammten Heilkunde. Bd. XXIII. Berlin 1827.

Diese erstere Bewegung, in unserem Sinne die gleichmässige Bewegung, erzeugt also direct die Scheinbewegung der Objecte, indem die Blicklinie durch sie auf eine andere als die normale physiologische Weise verschoben wird. Eine einfache Ueberlegung zeigt, dass die Scheinbewegung der Objecte dieser Bulbusbewegung entgegengesetzt gerichtet sein muss.

Dass Augenbewegungen ohne Scheinbewegungen vorkommen können, habe ich in Uebereinstimmung mit Hitzig oben durch Gewöhnung erklärt; dass aber auch Scheinbewegungen ohne Augenbewegungen vorkommen, wie Hitzig angiebt, das kann ich nach meinen Versuchen nicht bestätigen.

Nun noch mit einigen Bemerkungen zu der Theorie über den Sitz des Organes, um dessen Alteration es sich wohl bei diesen Versuchen handelt.

Nachdem Flourens*) zuerst nach Verletzung der halbcirkelförmigen Canäle des Ohrlabyrinthes (— offenbar auf Schwindelgefühl beruhende —) Störungen des Gleichgewichts hervorgerufen hatte und später Goltz**) durch weitere Ausbildung dieser Experimente zu der Auffassung gekommen war, dass die halbcirkelförmigen Canäle „ein Sinneswerkzeug für die Gleichgewichtsstellung des Kopfes“ seien, entstand eine Fluth von Arbeiten, die sich alle durch mehr oder minder ausgiebige Verletzungen der halbcirkelförmigen Canäle, durch Application eines galvanischen Stromes von einem Bogengange zu dem der anderen Seite mittels umschlungener Drähte über die Functionen dieser räthselhaften Gebilde klar zu werden suchten.

Die Hoffnung, aus den analogen Erscheinungen, wie sie nach Canalverletzungen und Canalreizungen eintreten, einen sicheren Schluss auch auf die Genese der Erscheinungen des galvanischen Schwindels machen zu können, hat sich nicht bestätigt.

Alle die zahlreichen Arbeiten, die durch Operationen an den halbcirkelförmigen Canälen über die Functionen dieser Organe Klarheit zu bringen suchten, finden in der umfangreichen Arbeit von Spamer (Experimenteller und kritischer Beitrag zur Physiologie der halbcirkelförmigen Canäle, Pflüger's Archiv Bd. XXI. Bonn 1880) gebührende Berücksichtigung (dort auch ein genaues Verzeichniss der Literatur über diesen Gegenstand). Spamer, der alle die verschiedenen Me-

*) Flourens, Experiences sur les canaux semicirculaires de l'oreille. Mem. de l'académie des sciences de l'institut de France. T. IX. 1828.

**) Goltz, Ueber die physiologische Bedeutung etc. Pflüger's Archiv Band III.

thoden der anderen Autoren (einfache Eröffnungen, Längs- und Querdurchschneidungen, Abtragungen grösserer und kleinere Stücke, Reizung mit chemischen Agentien und galvanischen Strömen an einem oder mehreren Canälen) selbst wiederholt hat, muss dann schliesslich, um zum Ziele zu kommen, noch weiter gehen. Er untersucht die Erscheinungen bei der Galvanisation des Kopfes zunächst von normalen Thieren und dann von solchen, denen mehr oder minder ausgiebige Zerstörungen der Canäle zugefügt worden waren, und macht zum Schluss auch mehr oder minder ausgedehnte Exstirpations- und Reizungsversuche von Kleinhirn. Er kommt dabei zunächst zu dem Resultate, dass auch nach Zerstörung aller halbcirkelförmigen Canäle beider Seiten die Schwindelerscheinungen, die er nach Querleitung von galvanischen Strömen bei normalen Thieren erhalten hatte, noch deutlich, wenn auch etwas vermindert bestehen und zieht daraus den Schluss, dass die halbcirkelförmigen Canäle, wenn überhaupt, dann nur eine sehr untergeordnete Rolle bei der Genese dieser Erscheinungen spielen. Dagegen „ergeben nach seiner Ansicht die Versuche bisher nichts, was der schon durch so viele Untersuchungen und Krankenbeobachtungen höchst wahrscheinlich gemachten Thatsache widerspräche, dass das Kleinhirn das Centralorgan des Gleichgewichtssinnes sei“, um dessen galvanische Reizung es sich in unserem Falle wohl auch handelt.

Hitzig selbst wendet sich gegen Ende seiner Arbeit entschieden dagegen, dass die Erklärung der von ihm geschilderten Schwindelerscheinungen aus den halbcirkelförmigen Canälen herzuleiten sei und polemisirt speciell gegen die Mach-Breuer'sche Theorie. Den schwerwiegenden Gründen, die sowohl Hitzig wie Spamer in ihren Arbeiten gegen die Heranziehung dieser Theorie (Bewegungen des Kopfes erzeugen [Gegen-] Strömungen der Endolymphe, diese werden auf die Hörhaare der Ampullennerven übertragen und so percipirt) zur Erklärung unserer Schwindelerscheinungen geltend gemacht haben, darf ich wohl noch meine Beobachtung beifügen, dass bei unverrückter Fixation des Kopfes die Schwindelerscheinungen nicht nur ab-, sondern eher zunehmen.

Am Schlusse einer Abhandlung „Untersuchungen zur Physiologie des Kleinhirns“, die sich an die Arbeit über den galvanischen Schwindel direct anschliesst, kommt Hitzig schliesslich zu dem Resultat, „dass man alle die beim Galvanisiren durch den Kopf eintretenden und als Schwindelerscheinungen zu betrachtenden Störungen der Muskelinnervation in ihrer Gesammtheit oder einzeln hervorbringen kann, je nachdem man die normalen Zustände des Kleinhirns allgemein oder

local ändert". Alle diese Thatsachen scheinen mir gegen eine Heranziehung der halbcirkelförmigen Canäle als des schuldigen Theiles zu sprechen und die Hitzig'sche Annahme, dass es sich dabei um das Kleinhirn handle, zu stützen. Auch mein im Anhang erwähnter Versuch mit dem Hunde, dem ein beträchtlicher Theil des Kleinhirns operativ entfernt war, lässt sich vielleicht in diesem Sinne verwerthen.

Anhang.

Durch die Liebenswürdigkeit des Herr Prof. Dr. Goltz bot sich mir auch Gelegenheit an einigen Thieren Versuche zu machen, und wenn diese Versuche wegen der Kürze der mir zu Gebote stehenden Zeit auch nur wenige sind und mich daher zu keinem abgeschlossenen Resultat kommen liessen, so glaube ich doch, dass sie interessant genug sind, um hier mitgetheilt zu werden.

Weil die Fixation der Elektroden mittelst eines Gummibandes auf den Ohren bei der grossen Unruhe der Thiere auf Schwierigkeiten stiess, fertigte ich kleine birnförmige Elektroden, welche, dicht mit Schwamm überzogen, im Innern einen längs verlaufenden Canal haben, in den die Enden eines dazu passenden Leitungsdrahtes einfach eingeschoben werden, ohne dass es einer Befestigung mittels Schrauben bedarf. Diese Elektroden wurden einfach in die äusseren Gehörgänge eingeführt und erwiesen sich als practisch, wenn sie auch jedesmal eine äusserst heftige Hyperämie des ganzen äusseren Ohres erzeugten.

Versuche mit diesen Elektroden an zwei normalen Hunden ergaben im Ganzen analoge Erscheinungen wie beim Menschen, wenn auch einige Besonderheiten zu verzeichnen sind. Die Hunde fielen bei Schliessung (schon bei 3 Elementen) stark auf die Anodenseite, bei Oeffnung nach der Kathode, dabei bewegte sich der Kopf immer etwas nach hinten. Nystagmus war stets vorhanden, mit vorwiegend ruckender Bewegung der Bulbi nach Kathode bei Schliessung, nach Anode bei Oeffnung.

Bei den Versuchen, die ich wiederholt an einem Kaninchen anstellte, ergab sich gleiches Drehen des Kopfes nach Anode bei Schliessung, nach Kathode bei Oeffnung, Nystagmus, ruckende Bewegung nach Kathode, gleichmässige nach Anode. Der Kopf drehte sich auch hier nach der Seite und etwas nach hinten und die Augen bewegten sich ruckend nach der entgegengesetzten Seite. (Rückte

man den Kopf gewaltsam gerade, so hörten die Augenbewegungen ganz auf.) Auffallend war, dass nach Oeffnung die Augenbewegung nicht wie die Kopfbewegungen nach der entgegengesetzten Seite gerichtet waren, sondern sie begannen jetzt mit erneuter Heftigkeit nach derselben Richtung. Nachdem ich constatirt hatte, dass sich die Erscheinungen am normalen Thiere mit den am Menschen gewonnenen Resultaten decken, benützte ich die sich mir bietende günstige Gelegenheit, einen Hund zu prüfen, dem Theile des Kleinhirns vor Jahren entfernt waren.

Einige Daten aus der Krankengeschichte dieses Hundes seien vorausgeschickt:

„Kleiner Hund. 13. November 1877. In der Mitte trepanirt und geringe Mengen Kleinhirn ausgelöffelt. Starkes Hintenüberbiegen des Kopfes, Wackeln desselben. Schwäche der Extremitäten. Kopfwackeln besteht noch lange Zeit deutlich fort, nimmt bei Erregung oder bei intendirten Bewegungen zu (Fassen des Bissens). Gang zuerst ungeschickt, wegen gekreuzten Aufsetzens der Vorderbeine, später (nach 14 Tagen) schon sicherer ohne Schwanken, Lähmungen fehlen ganz.

Am 9. Februar 1878. Auslöffelung einer kleinen Menge Gehirnsubstanz, Blutung gering. Kopf stark nach hintenüber gebogen. Rollbewegungen nach rechts, rasche Wiederkehr des Bewusstseins. Drahtbeine.

12. Februar. Jetzt ist künstliche Fütterung nöthig. Wirft den Kopf stark nach hinten, bei dem Verfahren, wenn ihm Fleisch geboten wird. Liegt ruhig. Schlägt, wenn er sich erheben will, mit furchtbarer Gewalt hintenüber mit dem Kopfe an die Wand.

16. Februar. Bei dem Versuche, Fleisch zu ergreifen, geräth sein Kopf in heftige Wackel- und Schleuderbewegungen. Schluckt bei der Fütterung noch recht gut, wenn die Kiefer noch auseinander gehalten werden.

20. Februar. Die Zunge macht Peitschbewegungen. Geht einige Schritte, bald wird er emporgeschleudert, bald fällt er nach der Seite, bald fällt er unversehens zusammen.

23. Februar. Es gelingt ihm heute, einen vorgehaltenen Bissen zu fassen und ohne Nachhülfe zu fressen. Allmälig erlangt er seine Ruhe wieder, frisst allein. Der Gang macht von Tag zu Tag Fortschritte.

18. März. Läuft unter possirlichen Wackelbewegungen, schnellt plötzlich in die Höhe, fällt nach einer Seite oder vornüber, erreicht, gerufen, sein Ziel nur unter Kreuz- und Quertorkeln. Jede gewollte Bewegung erreicht er, keine aber ohne die Ueberwindung einer entgegengesetzt gerichteten Hemmung, jede beginnt langsam und wird in einem Nu zu Ende geführt. So befindet er sich in einem ewigen Wettstreit und Wechsel von Hast und Stocken, der natürliche Rhythmus in der Verwendung der Extremitäten geht hierüber vollständig verloren. Vorder- und Hinterbeine wandeln in verschiedenem Tact und, als wollten sie ihn fortdauernd verbessern, verschlimmern sie den Fehler

in immer tollerer Weise, proportional der Erregung des Thieres. Geschlechtssinn erhalten, vielleicht erhöht".

Dieser Hund zeigte noch deutliche Erscheinungen des galvanischen Schwindels. Er fiel bei Schliessung nach Anode, bei Oeffnung war die Bewegung nach Kathode einmal sehr bedeutend. Augenbewegungen waren in gesetzmässiger Weise vorhanden. Im Allgemeinen aber waren die Erscheinungen bei derselben Elementenzahl (15 bis 18 Elem.) entschieden schwächer als beim normalen Thiere. Der operirte Hund vertrug die Application des Stromes entschieden besser als normale Hunde, er war ruhiger, schrie und sträubte sich weniger und machte weniger den Eindruck eines vom Schwindel Gequälten wie dies bei normalen Hunden exquisit der Fall war.

Die kurz vor Abschluss dieser Arbeit gemachte Section dieses Hundes ergab eine ausgiebige Zerstörung des ganzen Wurmes, nur die Lingula war noch erhalten.

Die Hemisphären des Kleinhirns waren intact.

An dieser Stelle sei es mir noch gestattet, meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Jolly, für die liebenswürdige Anregung und die bereitwillige Ueberlassung des Materials zu dieser Arbeit meinen besten Dank zu sagen.